

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-180063

(43)Date of publication of application : 07.08.1987

(51)Int.Cl. C23C 14/24

C23C 14/54

(21)Application number : 61-021829

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY  
IND CO LTD

(22)Date of filing : 03.02.1986

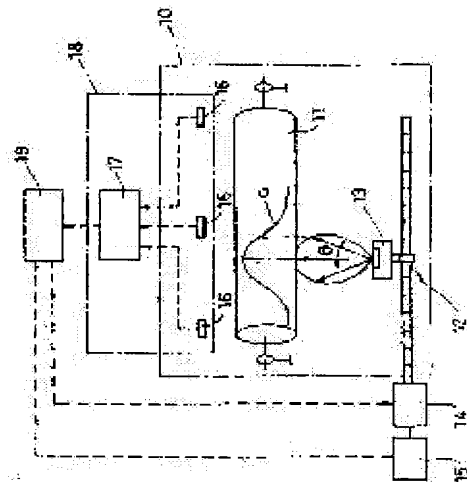
(72)Inventor : OKABE SHUICHI  
NAKAJIMA SHINOBU

## (54) THIN FILM FORMING DEVICE FOR LONG-SIZED MATERIAL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To form a thin film having a uniform film thickness distribution with a piece of evaporating source by controlling the moving speed of the evaporating source which moves back and forth along the longitudinal direction of a long-sized material to be treated.

**CONSTITUTION:** The evaporating source 13 is controlled by an actuator 14 for driving having a speed control mechanism for the moving speed in the stage of moving the evaporating source 13 back and forth by a feed screw mechanism 12 in the longitudinal direction of the material 11 to be treated. A data processor 19 outputs the control signal to control the moving speed of the evaporating source 13 to the above-mentioned actuator 14 in according with the result of input signals of the detection by a film thickness gage 18 having a film thickness sensor 16 near the material 11 and the position signal from a position detector 15 of the evaporating source 13. The position of the evaporating source 13 is detected by a detector 15 during the movement of the end of the material 11 and the evaporating source 13 is stopped by the processor 19 and the actuator 14. The stop time is till the detected value of the film thickness gate 18 attains a target value. The evaporating source 13 is stopped (moving speed = zero) at both ends and is moved at the specified speed in the other parts in the above-mentioned manner, by which the uniform film thickness distribution is obtd.



⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-180063

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 昭和62年(1987)8月7日

C 23 C 14/24  
14/546554-4K  
6554-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑰ 発明の名称 長尺物の薄膜生成装置

⑰ 特 願 昭61-21829

⑱ 出 願 昭61(1986)2月3日

⑲ 発 明 者 岡 部 修 一 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 石川島播磨重工業株式会社本社内

⑳ 発 明 者 中 島 忍 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 石川島播磨重工業株式会社本社内

㉑ 出 願 人 石川島播磨重工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号

㉒ 代 理 人 弁理士 坂 本 徹 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

長尺物の薄膜生成装置

## 2. 特許請求の範囲

真空槽内で薄膜材料を蒸発させ長尺の被処理物に薄膜を生成する薄膜生成装置において、被処理物の長手方向に沿って蒸発源を往復移動可能とする往復動機構と、この往復動機構による蒸発源の移動速度を制御する速度制御機構と、被処理物の長手方向に複数配置され薄膜の生成厚さを検出する膜厚計と、この膜厚計からの検出値に基づき長手方向の膜厚分布を所定とするよう速度制御機構に制御信号を出力する演算処理機構とを具えたことを特徴とする長尺物の薄膜生成装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は単一で長尺な被処理物や複数を並べ

て長尺とした被処理物に一個の蒸発源からの蒸発物で均一に薄膜を被覆できるようにした薄膜生成装置に関し、特にイオンプレーティングや真空蒸着等に好適なものである。

(従来の技術)

機械工具や金属部品の耐摩耗性や耐食性を高めるため、あるいは、時計やメガネ等の装飾効果を増大するため被処理物の表面に目的に合った金属や金属化合物の薄膜を生成することが行なわれており、具体的には、イオンプレーティングや真空蒸着等が行なわれる。

このような薄膜の生成被覆は、小物部品に限らず圧延機のローラなどの長尺な部品に施さねばならない場合も少なくない。

従来、このような長尺な被処理物に対し薄膜を生成する場合、第4図に示すように、電子銃あるいは抵抗加熱や誘導加熱などによる加熱源を具えた蒸発源1を被処理物2の長手方向に沿って複数台配置し、蒸発源1間の部分は隣接す双方の蒸発源1からの蒸発量が増加されることで補い、全体

的に膜厚分布が均一に近づくよう蒸発源1の間隔を設定するようにしている。

(発明が解決しようとする問題点)

このような複数の蒸発源1を用いる装置では、蒸発源1自体の蒸発量分布が中央部と周辺部とで異なるため、均一に薄膜を生成するには多数の蒸発源1が必要となり、装置全体のコストが非常に高い。

また、多数の蒸発源間の蒸発比率を制御する必要がある、蒸発源相互のパラメータ干渉により制御系が複数となり、均一な膜厚分布を得ることが難しい。

さらに、処理時間が長くなると、放電を伴う場合には異常放電が生じ易く、運転管理が難しい。

また、被処理物の長さが変わった場合、固定状態の蒸発源1の位置を蒸発比率の計算結果に基づいて設定し直す必要があり、操業が煩雑となる。

そこで、長尺な被処理物に対し、1個または複数の電子銃等を用いた1個の蒸発源1を長手方向に移動可能とし、被処理物の両端間を往復させる

ことも考えられている。

しかし、単に往復させるだけでは、膜厚分布が第5図に示すように、中央部と両端部とで大きく異なり、実用的でない。

この欠点を補うため被処理物の長さよりも十分に長い距離、蒸発源を往復させることも考えられるが、真空槽の大型化を招くとともに、薄膜材料の無駄が多く薄膜の被覆効率が極めて悪くなる。

この発明はかかる従来技術に鑑みてなされたもので、1個の蒸発源により均一な膜厚分布で長尺物に薄膜を生成することができる長尺物の薄膜生成装置を提供しようとするものである。

(問題点を解決するための手段)

上記問題点を解決するためこの発明は、真空槽内で薄膜材料を蒸発させ長尺の被処理物に薄膜を生成する薄膜生成装置において、被処理物の長手方向に沿って蒸発源を往復移動可能とする往復動機構と、この往復動機構による蒸発源の移動速度を制御する速度制御機構と、被処理物の長手方向に複数配置され薄膜の生成厚さを検出する膜厚計

と、この膜厚計からの検出値に基づき長手方向の膜厚分布を所定とするよう速度制御機構に制御信号を出力する演算処理機構とを具えたことを特徴とするものである。

(作用)

蒸発源を被処理物の長手方向に往復動するようにし、この往復動の移動速度を速度制御機構で制御するようにし、両端部で停止させたり、あるいは両端部付近の速度を低下させることで膜厚分布を一定にするようにする。

(実施例)

以下この発明の一実施例を図面に基づき詳細に説明する。

この発明の長尺物の薄膜生成装置の構成は、第1図に示す概略機構図に示すように、真空槽10内に回転可能に支持される長尺な被処理物11の長手方向に沿って往復動機構を構成する送りねじ機構12が配設され、蒸発源13が取付けである。この送りねじ機構12には、送り速度を制御する機構を具えた駆動用アクチュエータ14が接続さ

れるとともに、位置検出器15が接続され、蒸発源13の位置を検出できるようになっている。

また、被処理物11の近傍には、長手方向の膜厚分布を検出するため複数個(図示例では3個)の膜厚センサ16と膜厚センサ16からの検出信号を処理する演算器17とで構成された膜厚計18が設置してある。そして、この膜厚計18による検出結果は、蒸発源13の移動速度を制御する制御信号を出力する演算処理機構を構成するデータ処理装置19に必要な応じて入力される。このデータ処理機構19には、蒸発源13の位置を検出する位置検出器15からの位置信号も入力されるようになっており、これらの入力信号に基づき速度制御機能を具えた駆動用アクチュエータ14に蒸発源13の移動速度を制御する制御信号を出力するようになっている。

かように構成した長尺物の薄膜生成装置による蒸発源13の移動速度は次のように制御される。

長尺な被処理物11の膜厚分布が両端部で小さくなる原因は、蒸発源13として例えば、電子銃

を用いる場合について考えると、その蒸発量分布に指向性があり、中心線とのなす角 $\theta$ に応じ蒸発量が減少するためであり、一般に $\cos^n \theta$ （実験によれば $n=3\sim 5$ ）に従うことが知られている。

したがって、被処理物11の長手方向の膜厚分布は、第2図に示すように、蒸発源13を一定速度で往復させた場合、図中の破線Aのようになり、中央部の膜厚は電子銃単体の膜厚分布a（第1図に示してある。）の積分値になるが、両端部の膜厚は中央部の積分値の半分になってしまう。

そこで、この薄膜生成装置では、蒸発源13が被処理物11の端に移動した時に、位置検出器15によりこの位置を検出してデータ処理装置19に送り、データ処理装置19を介して駆動用アクチュエータ14に蒸発源13を停止させるように速度制御信号を出力する。

この時の蒸発源13の端での停止時間は、データ処理装置19で被処理物11の中央部の膜厚を膜厚計18から読み込み、この値を目標値として設定しておき、蒸発源13が停止している端部上

の膜厚センサ16で膜厚を監視し、検出値が目標値となるまでとする。端部の膜厚センサ16により目標値に膜厚が達したことが検出されると、データ処理装置19から駆動用アクチュエータ14に逆方向への移動指令が送られ、一定速度で移動され、他端に至ると同様に停止される。

こうして端部において蒸発源13を停止させると、被処理物11に蒸着される膜厚分布は、第2図に破線Aで示した停止させない場合の膜厚分布と一点鎖線Bで示す停止時の膜厚分布とを加えた実線Cで示すものとなり、両端部の膜厚の不均が一往復（2回の停止）ごとに解消される。

このように蒸発源13を両端部で停止（移動速度=0）させるとともに、他の部分では一定速度で移動するようにすることで、実用上支障のない程度の均一な膜厚分布を得ることができる。

次に、さらに膜厚分布を均一にすることができる蒸発源13の移動速度の制御について説明する。

膜厚分布の精度を上げるには、蒸発源13の移動速度を不等速とし、移動範囲（被処理物11の

長さに相当）に近づく程、移動速度を低下させるようにする。

そこで、蒸発源13が被処理物11の中心から左右対象にある速度パターンで移動するときの各位置 $x=x_0, x_1, \dots$ での仮想的速度を、その位置に滞在する時間と考え、これを $t_0, t_1, \dots$ とする（第3図（a）参照）。なお、図中、 $L$ は蒸発源13から被処理物11までの距離、 $S$ は被処理物11の長さである。

この時、各位置 $x$ で膜厚分布が膜厚 $D$ で一定とすると、次の2つの仮定の下では、以下の連立方程式①が成立する。

仮定

- (1) 蒸発源13からは $\cos^n \theta$ の分布で蒸着する。
- (2) 直上 $L$ の位置における蒸着レートを $R$ とする。

$$\begin{aligned} x=x_0 : D &= t_n \cdot R \cdot C_n + t_{n-1} \cdot R \cdot C_{n-1} + \dots + t_0 \cdot R \cdot C_0 \\ &\quad + t_1 \cdot R \cdot C_1 + \dots + t_n \cdot R \cdot C_n \\ x=x_1 : D &= t_n \cdot R \cdot C_{n+1} + t_{n-1} \cdot R \cdot C_n + \dots + t_0 \cdot R \cdot C_1 \\ &\quad + t_1 \cdot R \cdot C_0 + \dots + t_n \cdot R \cdot C_{n-1} \\ x=x_2 : D &= t_n \cdot R \cdot C_{n+2} + t_{n-1} \cdot R \cdot C_{n+1} + \dots + t_0 \cdot R \cdot C_2 \\ &\quad + t_1 \cdot R \cdot C_1 + \dots + t_n \cdot R \cdot C_{n-2} \\ &\vdots \\ x=x_n : D &= t_n \cdot R \cdot C_{2n} + t_{n-1} \cdot R \cdot C_{2n-1} + \dots + t_0 \cdot R \cdot C_n \\ &\quad + t_1 \cdot R \cdot C_{n-1} + \dots + t_n \cdot R \cdot C_0 \end{aligned} \quad \dots \textcircled{1}$$

ここで、 $C_i = \cos^n \left( \tan^{-1} \left( \frac{\Delta X}{L} \right) \right)$

$$\Delta X = \frac{S}{2n} \quad \text{である。}$$

この式①を整理すると、 $n+1$ 本の式よりなる次式②が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{D}{R} &= 2C_n \cdot t_n + 2C_{n-1} \cdot t_{n-1} + \dots + 2C_1 \cdot t_1 + C_0 \cdot t_0 \\ \frac{D}{R} &= (C_{n+1} + C_{n-1}) \cdot t_n + (C_n + C_{n-2}) \cdot t_{n-1} + \dots + (C_2 + C_0) \cdot t_1 + C_1 \cdot t_0 \\ \frac{D}{R} &= (C_{n+2} + C_{n-2}) \cdot t_n + (C_{n+1} + C_{n-3}) \cdot t_{n-1} + \dots + (C_3 + C_1) \cdot t_1 + C_2 \cdot t_0 \\ &\vdots \\ \frac{D}{R} &= (C_{2n} + C_0) \cdot t_n + (C_{2n-1} + C_1) \cdot t_{n-1} + \dots + (C_{n-1} + C_{n+1}) \cdot t_1 + C_n \cdot t_0 \end{aligned} \quad \dots \textcircled{2}$$

この連立方程式②を解いて、 $t_0, \dots, t_n$  を算出し、次式③より速度パターン  $v_0, \dots, v_n$  を得る。

$$\begin{aligned} v_0 &= \frac{\Delta X}{t_0} \\ v_1 &= \frac{\Delta X}{t_1} \quad \rightarrow v_i = f(x_i) \dots \textcircled{3} \\ &\vdots \\ v_n &= \frac{\Delta X}{t_n} \end{aligned}$$

こうして得られた速度パターン  $v_0, \dots, v_n$  を図示すると、第3図(b)に示すように、中央部が早く、両端部が遅い連続的に変化する曲線となる。

したがって、これらの演算処理をデータ処理装置19で行ない、その結果に基づき、蒸発源13の位置検出器15からの位置に対応した移動速度  $v_0, \dots, v_n$  を指令するようにすれば、被処理物11に生成される膜厚分布は均一になる。

実際の薄膜生成装置においては、蒸発源13からの蒸発量に変動が生ずること等のため目的の膜

厚Dにならないこともある。

この場合には、第3図(c)に示すように、被処理物11の実際の膜厚分布Eの両端と中心の膜厚を膜厚計18で測定し、これらの値で膜厚センサ16間を直線近似等で近似し、往復運動の帰路では、偏差の2倍を加えた膜厚分布Fで速度パターンを再度計算して移動速度を決め、蒸発源13を移動させるようにする。したがって、往復移動の行きの偏差を補いながら戻りの移動が行なわれる。

こうして実測値に基づいて速度パターンを補正しながら蒸発源13を移動するようにすれば、一層均一な薄膜生成が可能となる。

なお、膜厚の補正方法は、この方法に限らず、他の方法でも良いが、基本的には、目的の膜厚分布(一定の分布あるいは偏差を考慮した分布など)から前述の方法で速度パターンを算出して蒸発源を移動するようにすれば良い。この場合、速度パターンの算出に必要な膜厚分布は膜厚計やデータ処理装置より得る。

また、上記実施例では、蒸発源として1個の電子銃等を具えるもので説明したが、複数個の電子銃等を具えるものであっても良い。

さらに、膜厚計の膜厚センサを中央と両端に3個配置する場合について説明したが、さらに増加して補正等に利用すれば、一層きめ細かい膜厚制御が可能である。

また、被処理物である長尺物は、小さい部品等を多数並べて全体として長尺となる場合も含むものであり、全体として長尺の回転体状となるもの等であれば良い。

さらに、円筒状の被処理物については、膜厚センサの配置を蒸発源からある程度離す必要があり、設置不可能となることもあるが、この場合には、理論的に得られる速度パターンによって薄膜生成を行なえば良い。

(発明の効果)

以上実施例とともに具体的に説明したようにこの発明によれば、被処理物の長手方向に沿って往復動される蒸発源の移動速度を制御して長尺物に

薄膜を生成するようにしたので、均一な膜厚分布とすることが出来る。

また、1個の蒸発源(電子銃等を複数具えるものも含む)で済み、装置全体を安価に製作できるとともに、操業が安定である。

さらに、蒸発源を多数使用する従来装置に比べ、蒸発源間の蒸発率比率の制御が不要であり、長尺物の長さが変わっても容易に対応できる。

また、円筒内面の薄膜生成も可能であり、しかも均一な膜厚分布とすることが出来る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の長尺物の薄膜生成装置の一実施例の概略構成図、第2図および第3図はそれぞれこの発明の薄膜生成装置の蒸発源移動速度パターンの説明図、第4図および第5図はそれぞれ従来装置の説明図である。

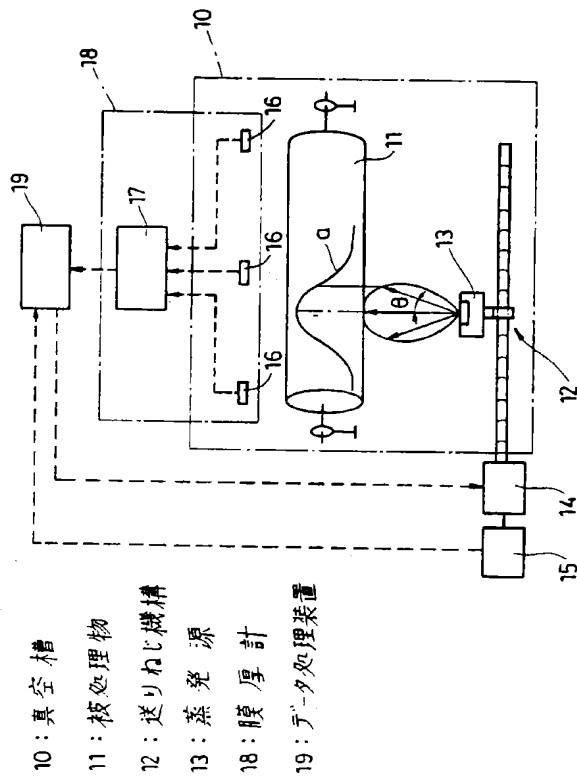
10…真空槽、11…被処理物、12…送りねじ機構、13…蒸発源、14…駆動用アクチュエータ、15…位置検出器、16…膜厚センサ、

17…演算器、18…膜厚計、19…データ処理装置。

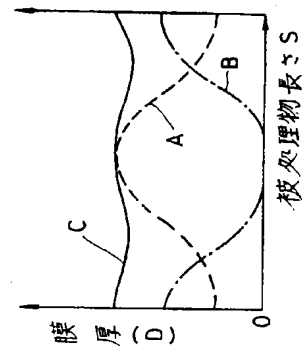
出願人 石川島播磨重工業株式会社

代理人 坂 本 徹  
(ほか1名)

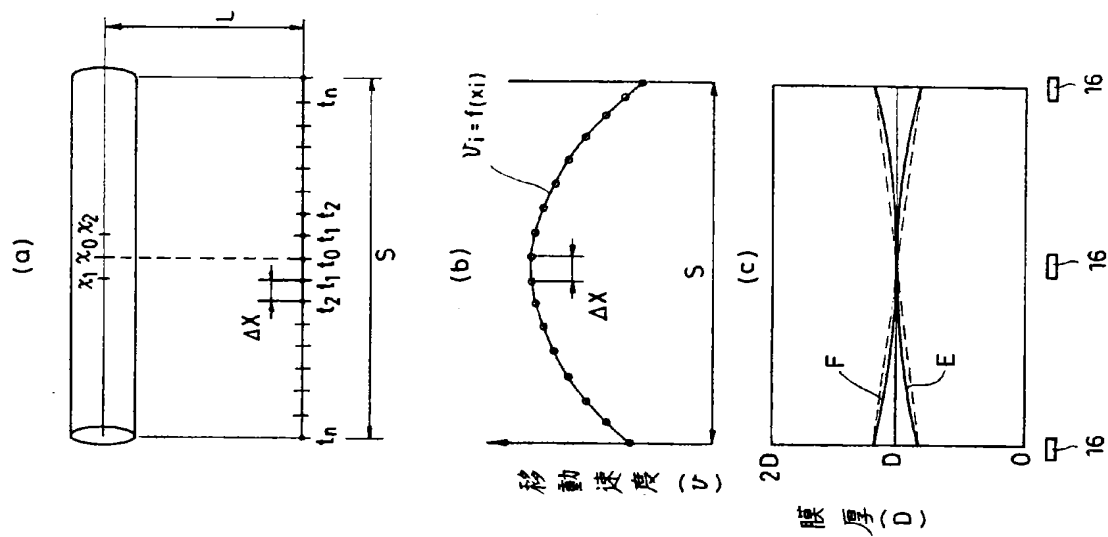
第1図



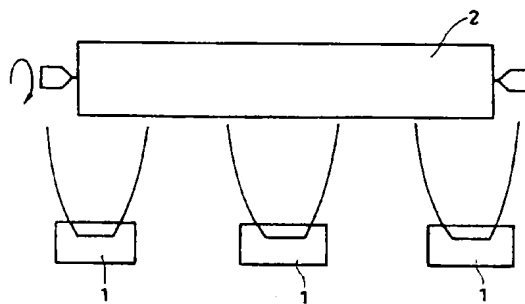
第2図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

